

⑤

Int. Cl. 2:

G 01 N 27/50

①⑨ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 28 38 122 A 1

⑪

# Offenlegungsschrift 28 38 122

⑫

Aktenzeichen:

P 28 38 122.8

⑬

Anmeldetag:

1. 9. 78

⑭

Offenlegungstag:

13. 3. 80

⑮

Unionspriorität:

⑯ ⑰ ⑱ —

⑤④

Bezeichnung:

Elektrochemischer Meßfühler für die Bestimmung des  
Sauerstoffgehaltes in Gasen, insbesondere in Abgasen von  
Verbrennungsmotoren

⑦①

Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart

⑦②

Erfinder:

Maurer, Helmut, 7141 Schwieberdingen; Zeigler, Bodo, Ing.(grad.),  
7000 Stuttgart

DE 28 38 122 A 1

R.

24.8.1978 Zr/Kö

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1Ansprüche

1. Elektrochemischer Meßfühler für die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in Gasen, insbesondere in Abgasen von Verbrennungsmotoren, mit einem ionenleitenden, einseitig mit einem Boden versehenen Festelektrolytrohr, dessen Außenseite eine elektronenleitende Katalysatorschicht aufweist, welche mit einem Anschlußteil bzw. mit Masse in Verbindung steht und dem zu messenden Gas zugewendet ist, und dessen Innenseite dem Luftsauerstoff ausgesetzt ist und im Bereich des Festelektrolytrohr-Bodens eine elektrisch leitfähige Kontaktfläche besitzt, mit der eine durch den Innenraum des Festelektrolytrohrs verlaufende Mittelelektrode in Berührung steht, und mit einem elektrischen Heizelement für das Festelektrolytrohr, dadurch gekennzeichnet, daß ein unter dem Einfluß von Temperaturwechseln eine Längsbewegung ausführen könnendes Schaltelement (30, 30") im Innenraum (28) des Festelektrolytrohres (11, 11', 11"), vorzugsweise als Teil der Mittelelektrode (29, 29', 29"), eine Schalt-

fläche (34) aufweist, die direkt oder indirekt mit einem Anschlußseits am Meßfühler (10, 10', 10'') angeordnetem Schalter (44, 44', 44'') in Wirkverbindung steht, welcher im Schaltkreis des elektrischen Heizelementes (49, 49') liegt.

2. Elektrochemischer Meßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Längsbewegung ausführen könnende Schaltstange (30) aus einem Material mit großem Wärmeausdehnungskoeffizienten besteht und mit seinem gasseitigen Endabschnitt am Boden (33) des Festelektrolytrohres (11, 11') festgelegt ist.

3. Elektrochemischer Meßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltstange (30'') an einem Dauermagneten (58) befestigt ist, welcher in einem unmagnetischen Rohr (55) längsbeweglich gelagert ist, Anschlußseits oberhalb eines in diesem Rohr (55) im Bereich des gasseitigen Endabschnitts des Festelektrolytrohrs (11'') festgelegten ferromagnetischen Einsatzes (57) bestimmten Curiepunktes angeordnet ist und mittels eines Federelementes (60) vom ferromagnetischen Einsatz (57) weg in Richtung Anschlußseite des Meßfühlers (11'') hingedrängt ist.

4. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die die Schaltstange (30) umgebende Elektroisolierhülse (31', 31'') ein elektrisches Heizelement (49, 49') trägt, das zumindest dem gasseitigen Abschnitt des Festelektrolytrohres (11', 11'') naheliegt und dessen Anschlußleitungen (46) aus dem Festelektrolytrohr-Innenraum (28) herausgeführt sind.

R. 4941

24.8.1978 Zr/Kö

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Elektrochemischer Meßfühler für die Bestimmung  
des Sauerstoffgehaltes in Gasen, insbesondere  
in Abgasen von Verbrennungsmotoren

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem elektrochemischen Meßfühler nach der Gattung des Hauptanspruchs. Ein derartiger Meßfühler ist schon aus der DE-OS 25 32 279 bekannt; dieser Meßfühler besitzt außerhalb seines Festelektrolytrohres ein elektrisches Heizelement und einen Temperaturfühler, welcher über eine separate Regeleinrichtung das elektrische Heizelement derart regelt, daß eine bestimmte konstante Temperatur aufrechterhalten wird. Aus der US-PS 3 546 086 ist außerdem ein derartiger Meßfühler bekannt, bei dem innerhalb des Festelektrolytrohres ein

elektrisches Heizelement und ein Temperaturfühler angeordnet sind und zur Temperaturregelung außerhalb des Meßfühlers eine zusätzliche elektrische Regeleinrichtung vorhanden ist. Die beiden genannten elektrochemischen Meßfühler benötigen für ihre Beheizung also jeweils eine separate elektrische Regeleinrichtung.

#### Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße elektrochemische Meßfühler mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die komplette Temperaturregeleinrichtung mit dem Meßfühler zusammen eine Baueinheit bildet und demzufolge Steuerleitungen für das Heizelement erspart; der elektrochemische Meßfühler mit dem Regelkreis, gegebenenfalls sogar einschließlich des Heizelementes bilden somit ein kompaktes Bauelement.

Die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale stellen unterschiedliche Ausführungsformen des im Hauptanspruch angegebenen Meßfühlers dar.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert; es zeigen Figur 1 einen Längsschnitt durch einen vergrößert dargestellten elektrochemischen Meßfühler nach der Erfindung, wobei ein außerhalb des

elektrochemischen Meßfühlers angeordnetes elektrisches Heizelement nicht dargestellt ist und die Schaltbewegung für das Heizelement mittels einer sich durch Wärmeeinwirkung ausdehnenden Schaltstange erfolgt, Figur 2 einen Längsschnitt durch einen vergrößert dargestellten elektrochemischen Meßfühler nach der Erfindung, wobei das elektrische Heizelement innerhalb des Festelektrolytrohres angeordnet ist und die Schaltbewegung ebenfalls mittels einer sich durch Einwirkung von Wärme ausdehnenden Schaltstange erfolgt, und Figur 3 einen Längsschnitt durch einen ebenfalls vergrößert dargestellten elektrochemischen Meßfühler nach der Erfindung, bei dem die Schaltbewegung über eine Schubstange auf magnetischem Wege bewirkt wird. Bei allen drei Ausführungsbeispielen wird die Schaltbewegung der Schaltstange auf einen am Meßfühler befestigten Schalter übertragen, der im Schaltkreis des elektrischen Heizelementes angeordnet ist.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Der in Figur 1 dargestellte elektrochemische Meßfühler 10 besitzt ein einseitig geschlossenes Festelektrolytrohr 11, dessen Außenseite beispielsweise dem Abgas eines Verbrennungsmotors ausgesetzt ist und mit einer katalytisch wirksamen, elektronenleitenden Schicht (nicht dargestellt) und gegebenenfalls auch mit nicht dargestellten Schutz- oder anderen zusätzlichen Schichten noch versehen ist. Der dem Abgas abgewendete Endabschnitt des Festelektrolytrohres 11 ist in einem metallischen Gehäuse 12 gehalten und unter Zuhilfenahme einer Kontaktpackung 13, eines Isolierringes 14,

eines metallischen Zwischenringes 15, einer Führungsbuchse 16 und eines Druckringes 17 abdichtend ins Gehäuse 12 eingebördelt. Zwischen den Zwischenring 15 und der Führungsbuchse 16 ist zusätzlich der Flansch 18 einer Schutzhülse 19 mit eingefügt. Die Schutzhülse 19 besitzt einige Öffnungen 19', die der Umgebungsluft den Eintritt in den Meßfühler 10 ermöglichen. Das Meßfühler-Gehäuse 12 hat an seiner Außenseite ein Schlüsselsechskant 20 und ein Einschraubgewinde 21 zum Einbau des Meßfühlers 10 in ein nicht dargestelltes Abgasrohr eines Verbrennungsmotors; außerdem ist am Gehäuse 12 ein Schutzrohr 22 befestigt, das den dem Abgas zugewendeten Abschnitt des Festelektrolytrohres 11 mit Abstand umgibt und Schlitze 23 aufweist, die dem Abgas den gesteuerten Zutritt zum Festelektrolytrohr 11 erlauben. Die Schutzhülse 19, die das Gehäuse 12 anschlußseits koaxial verlängert, weist einen nach innen gezogenen Rand 24 auf, an dem sich ein Isolierkörper 25 abstützt. Auf der Außenseite dieses Randes 24 ist ein Kasten 26 angeordnet, welcher durch Schweißpunkte 27 an der Schutzhülse 19 befestigt ist.

Im Innenraum 28 des Festelektrolytrohres 11 befindet sich eine Mittelelektrode 29, die sich aus einer Schaltstange 30 und einer diese Schaltstange 30 umgebenden Isolierhülse 31 aus keramischem Material zusammensetzt. Die Schaltstange 30 hat an ihrem einen Endabschnitt einen Kopf 32, mit dem sie auf einer am Boden 33 des Festelektrolytrohres 11 aufgebrachten, nicht besonders dargestellten Kontaktschicht aus Platin aufliegt und an dem sich die eine Stirnfläche der Isolierhülse 31



abstützt. Diese Schaltstange 30 besteht aus einer Aluminiumlegierung, ragt anschlußseits aus dem Meßfühler 10 heraus und besitzt innerhalb des Kastens 26 eine Schaltfläche 34. Der elektrische Anschluß der Mittelelektrode 21, der über diese Schaltstange 30 erfolgt, ist oberhalb des Kastens 26 mit Position 35 bezeichnet. - Nachdem die Schaltstange 30 aus der Isolierhülse 31 heraustritt, führt sie zunächst durch die nicht bezeichnete Bohrung einer auf der Isolierhülse 31 aufliegenden Stützscheibe 36, dann durch den nicht bezeichneten Innenraum einer Druckfeder 37, anschließend durch die nicht bezeichnete Mittelbohrung einer zweiten Stützscheibe 38, welche in einer Vertiefung 39 des Isolierkörpers 25 fixiert ist, anschließend durch die Längsbohrung 40 des Isolierkörpers 25, sodann durch eine dem Schutzhülsenrand 24 und dem Kasten 26 gemeinsame Bohrung 41, in der sie mit Abstand verläuft, und zum Schluß durch eine Isolierbuchse 42, die in der Deckseite 43 des Kastens 26 befestigt ist. Diese Schaltstange 30 ist sowohl in der Isolierhülse 31 als auch in den anderen vorstehend geschilderten Bauteilen derart geführt, daß sie sich bei Wärmeeinfluß sowohl im Durchmesser als auch in Richtung des elektrischen Anschlusses 35 frei ausdehnen und dabei die Schaltfläche 34 mitnehmen kann.

In dem Kasten 26 ist ein Mikroschalter 44 auf solche Weise angeordnet, daß sein Schalthebel 45 bei einer bestimmten Temperatur des Festelektrolytrohres 11 mit der Schaltfläche 34 der Mittelelektroden-Schaltstange 30 in Wirkverbindung kommt und ein nicht dargestelltes, außerhalb des eigentlichen Meßfühlers 10 angeordnetes elektrisches Heizelement über eine Leitung 46 unter-

bricht; der Mikroschalter 44 ist zum Einstellen des Schaltpunktes in Längsschlitzen 47 justierbar.

Das Sauerstoffmeßsystem dieses elektrochemischen Meßfühlers 10 gibt bekanntlich erst ein geeignetes Signal ab, wenn die Sondentemperatur etwa 400° C überschritten hat; es ist aus diesem Grunde notwendig, daß bei kaltem Motor diese Temperatur schnellmöglichst erreicht wird. Auch im Betrieb von Brennkraftmaschinen erreichen diese Meßfühler 10 bei den unteren Lastpunkten von Verbrennungsmotoren nicht immer diese erforderliche Betriebstemperatur. Für diese Fälle ist es zweckmäßig, wenn das Festelektrolytrohr 11 dieser Meßfühler 10 beheizt wird. Um diese Meßfühler 10 jedoch vor einer zu hohen Wärmebelastung zu schützen, ist es zweckmäßig, wenn die Heizung in den oberen Lastpunkten der Brennkraftmaschine auf eine niedrigere Heizleistung geschaltet oder sogar ganz abgeschaltet wird. Diese Funktion des Heizstrom-Schaltens bewirkt die sich ausdehnende Schaltstange 30 mit ihrer Schaltfläche 34, welche den Mikroschalter 44 betätigt. - Es sei erwähnt, daß anstelle einer Schaltstange 30 aus einer Aluminiumlegierung auch Schaltstangen aus Magnesiumlegierungen für diesen Zweck geeignet sind, gegebenenfalls aber auch Quarzglas, Stahl, Nickel oder entsprechende Legierungen für diesen Zweck Verwendung finden können. - Um der Luft zur Innenseite des Festelektrolytrohr-Bodens 33 einen guten Zutritt zu ermöglichen, ist die Isolierhülse 31 mit Längsnuten 48 versehen, die oben aus dem Festelektrolytrohr 11 herausmünden.

Der in Figur 2 dargestellte elektrochemische Meßfühler 10' unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten

Meßfühler 10 dadurch, daß die Isolierhülse 31' der Mittelelektrode 29' ein drahtförmiges, bifilar gewickeltes Widerstandsheizelement 49 trägt, das im abgasseitigen Bereich des Festelektrolytrohres 11' in einer Nute 50 angeordnet ist, die in die Isolierhülse 31' mit eingeformt ist; während der Anschlußabschnitt 51 dieses Heizelementes 49 vom Mikroschalter 44' durch eine Durchgangsbohrung 52 im Isolierkörper 25' und dann durch eine Längsnut 48' zum eigentlichen Heizelement 49 führt, verläuft der andere Anschlußabschnitt 51' zunächst durch eine andere Längsnut 48' in der Isolierhülse 31', führt dann durch einen Schlitz 53 im anschlußseitigen Endabschnitt des Festelektrolytrohres 11' und dann zwischen den Schutzhülsen-Flansch 18' und den Zwischenring 15', zwischen denen er eingeklemmt und demzufolge über das Gehäuse 12' mit Masse verbunden ist.

Zur sichereren Führung des Anschlußabschnittes 51 des Heizelementes 49 ist der Isolierkörper 25' verlängert worden und mit einem Ansatz 54 versehen worden, der durch eine nicht bezeichnete, durch den Schutzhülsen-Rand 24 und den Kasten 26 führende Bohrung bis in die Nähe des Mikroschalters 44' ragt.

Der in Figur 3 dargestellte elektrochemische Meßfühler 10" unterscheidet sich von den in Figur 1 und 2 dargestellten Meßfühlern 10 und 10' durch ein anderes System, das den Mikroendschalter 44" bei einer bestimmten Temperatur betätigt: Anstelle einer Schaltstange 30, die sich aufgrund von Temperatureinflüssen ausdehnt oder verkürzt, ist in der Isolierhülse 31" der Mittelelektrode 29" zunächst ein dünnwandiges Rohr 55 aus unmagnetischem Material (z.B. aus Messing) angeordnet,

das mit einem Flansch 56 auf der nicht dargestellten Kontaktfläche auf dem Boden 33" des Festelektrolytrohres 11" aufliegt und als Anschlußkontakt 35" anschlußseits aus dem Meßfühler 10" herausragt. In diesem Rohr 55 ist im Bereich des vom Abgas umströmten Abschnitts vom Festelektrolytrohr 11" ein ferromagnetischer Einsatz 57 festgelegt. Dieser Einsatz 57 besteht beispielsweise aus einer Eisen-Nickel-Legierung mit einem Curiepunkt von  $700^{\circ}\text{C}$ ; durch das Verhältnis von Anteilen an Eisen und Nickel dieser Legierung können Curiepunkte eingestellt werden, die etwa zwischen  $350$  und  $750^{\circ}\text{C}$  liegen. Neben diesem ferromagnetischen Einsatz 57 ist in dem Rohr 55 ein Dauermagnet 58 längsbeweglich angeordnet, dessen Curiepunkt möglichst hoch liegt (z.B. bei  $850^{\circ}\text{C}$ ) und an dessen anschlußseitigem Endabschnitt eine Schaltstange 30" befestigt ist; diese Schaltstange 30" führt innerhalb des Rohres 55 bis in den Schaltkasten 26". Innerhalb des Schaltkastens 26" ist diese Schaltstange 30" mit Schaltflächen 34" versehen, die durch Fenster 59 im Rohr 55 ragen und an deren zum Isolierkörper 25" weisender Endfläche das eine Ende eines Federelementes 60 anliegt. Das andere Ende dieses Federelementes 60 liegt auf der Isolierkörper-Stirnfläche 61 auf, die durch die Unterseite 62 des Schaltkastens 26" hindurchragt. Dieses Federelement 60 hat das Bestreben, die Schaltfläche 34" in Richtung der Anschlußseite des Meßfühlers 10" zu drängen, demzufolge den Schalthebel 45" des Mikroschalters 44" zu betätigen und somit den durch das Heizelement 49' fließenden elektrischen Strom zu unterbrechen. Solange also im Betrieb des Meßfühlers 10" die Temperatur des ferromagnetischen Einsatzes 57 unterhalb seines gewählten Curiepunktes von  $700^{\circ}\text{C}$  liegt, ist der Dauermagnet 58

infolge seiner magnetischen Anziehung mit dem ferromagnetischen Einsatz 57 in direkter Berührung und verhindert das Anheben der Schaltstangen-Schaltfläche 34". Wird dann jedoch der Curiepunkt des ferromagnetischen Einsatzes 57 überschritten, so verliert dieser Einsatz 57 seine ferromagnetischen Eigenschaften und der Dauermagnet 58 wird über die Schaltstange 30" und die Schaltflächen 34" infolge der Wirkung des Federelementes 60 angehoben: Die Schaltflächen 34" betätigen somit den Schalthebel 45" des Mikroschalters 44": Der Stromfluß durch das Heizelement 49' wird demzufolge entweder abgeschaltet oder - unter zusätzlicher Verwendung eines (nicht dargestellten) Widerstandes - zumindest vermindert.

Es sei erwähnt, daß das in Figur 3 dargestellte Prinzip auch für solche ~~elektrochemischen Meßfühler~~ dieser Art Verwendung finden kann, bei denen kein Heizelement 49' in das Innere des Festelektrolytrohres 11" eingebaut ist, ein Heizelement dafür aber außerhalb des eigentlichen Meßfühlers 10 angeordnet ist.

Die in den Figuren 1 bis 3 dargestellten elektrochemischen Meßfühler 10' bis 10" können durch einfache konstruktive Änderungen dahingehend abgewandelt werden, daß sie anstelle eines Masseanschlusses von Heizung und Sonde über einen separaten Anschluß verfügen (siehe DE-OS 25 04 206).

Das erfindungsgemäße Prinzip der Heizungsregelung ist ebenfalls für solche Sauerstoff-Meßfühler gut geeignet, die als polarographische Meßfühler bekannt sind und deren Strom durch eine Diffusionsschicht auf dem Festelektrolyten begrenzt wird (siehe DE-OS 19 54 663).

2838122

- ~~10~~ - 13

R. 4941

Anwendung können derartige Meßfühler nicht nur in Abgasen von Verbrennungsmotoren finden, sondern auch in anderen Gasgemischen, z.B. auch in Kraftstoffdampf-Luft-Gemischen im Ansaugteil von Verbrennungsmotoren.

030011/0298

---

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Zusammenfassung

Es wird ein elektrochemischer Meßfühler für die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in Gasen vorgeschlagen, der nach dem Prinzip der Sauerstoff-Konzentrationskette mit ionenleitendem Festelektrolyten arbeitet und ein einseitig geschlossenes Festelektrolytrohr aufweist. Während die dem zu messenden Gas ausgesetzte Außenseite des Festelektrolyten mit einer katalytisch wirksamen, elektronenleitenden Schicht versehen ist, besitzt die Innenseite des Festelektrolytrohres eine Mittelelektrode und ist dem Luftsauerstoff ausgesetzt. Der Innenraum des Festelektrolytrohres ist mit einer Schaltstange versehen, die unter dem Einfluß von Temperaturwechseln Längsbewegungen ausführt; diese Längsbewegungen werden über eine Schaltfläche an der jeweiligen Schaltstange auf einen am Meßfühler mit befestigten Schalter übertragen und schalten ein mit dem Meßfühler in Verbindung stehendes elektrisches Heizelement für das Festelektrolytrohr bei einer bestimmten Temperatur ein bzw. aus: Bei Temperaturen unterhalb von z.B.  $700^{\circ}\text{C}$  ist das genannte Heizelement eingeschaltet, oberhalb der bestimmten Temperatur wird das Heizelement abgeschaltet. Die Schaltbewegung wird entweder durch das Wärmeausdehnungsverhalten der Schaltstange bewirkt oder mittels eines Dauermagneten, der mit einem ferromagnetischen Einsatz bestimmten Curiepunktes zusammenarbeitet. Das Heizelement kann sowohl außerhalb des Festelektrolytrohres als auch innerhalb des Festelektrolytrohres angeordnet sein.

-15-

Leerseite



4941

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1, Antrag vom 31. August 1978  
 "Elektrochemischer Meßfühler für die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in Gasen,  
 insbesondere in Abgasen von Verbrennungsmotoren"

2838122

FIG. 1

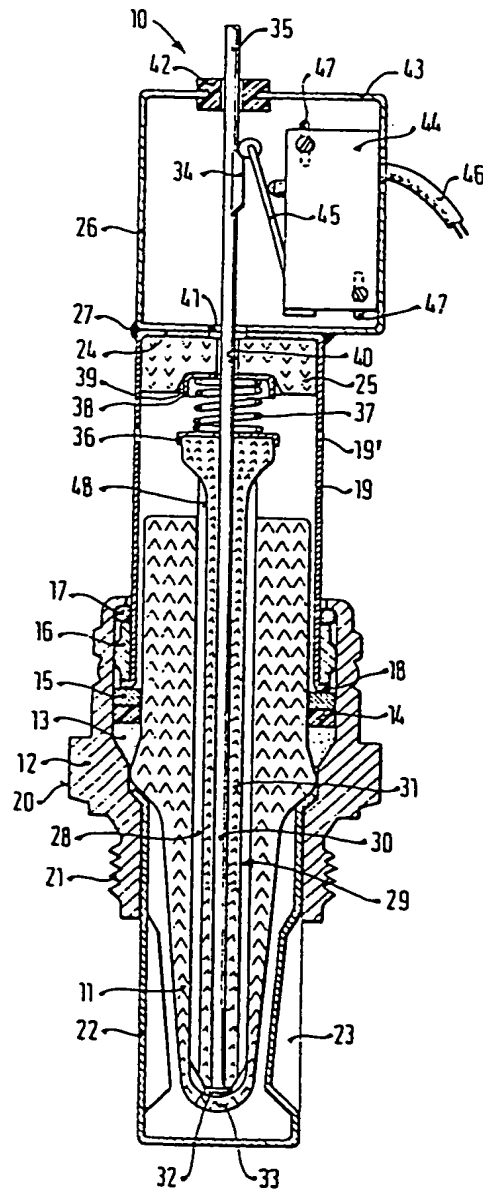
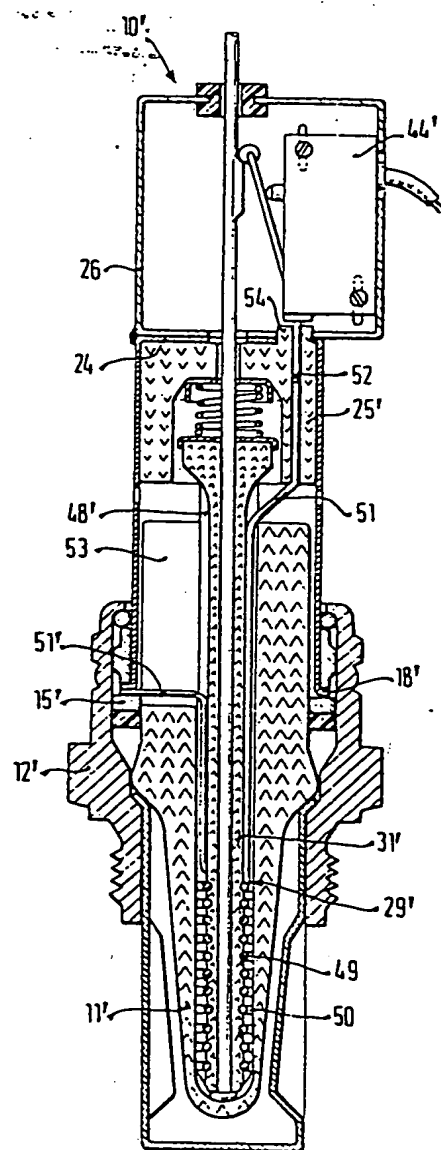


FIG. 2



030011/0298

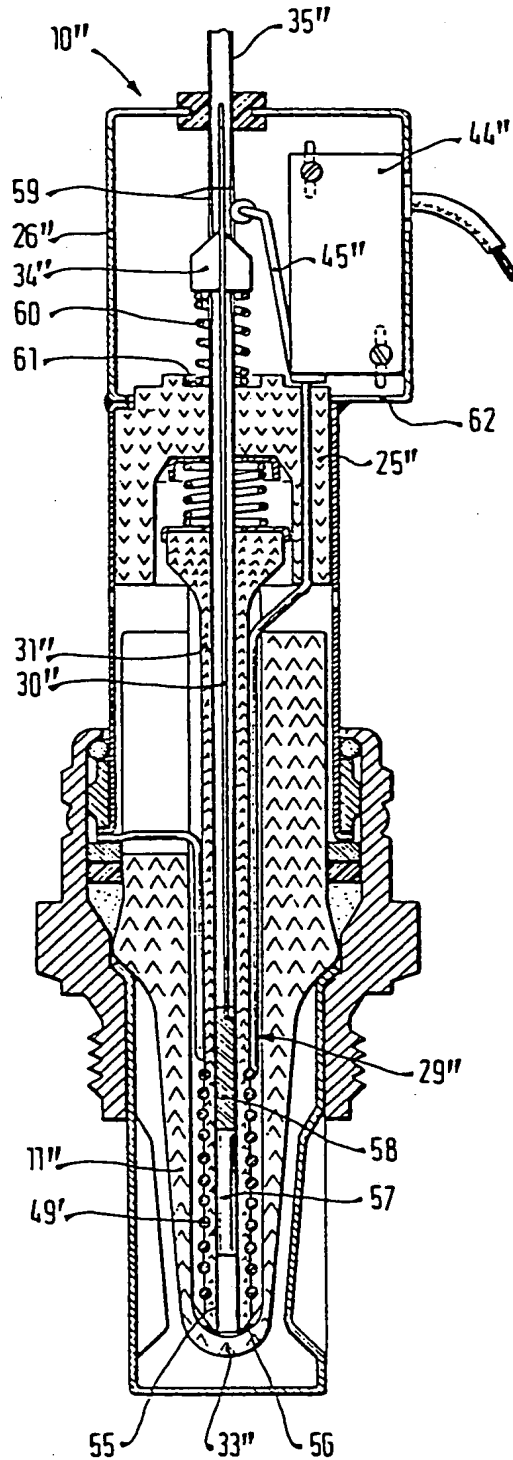
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1, Antrag vom 31. August 1978

"Elektrochemischer Meßfühler für die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in Gasen, insbesondere in Abgasen von Verbrennungsmotoren"

-16-

2838122

FIG. 3



030011/0298